

PCT COOPERATION TREATY

PCT

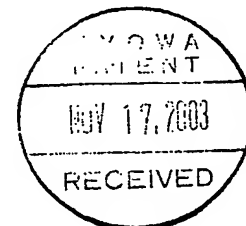
NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

YOSHITAKE, Kenji
Kyowa Patent & Law Office
Room 323, Fuji Bldg.
2-3, Marunouchi 3-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005
Japan



Date of mailing (day/month/year) 05 November 2003 (05.11.03)	
Applicant's or agent's file reference 143481-032	IMPORTANT NOTIFICATION
International application No. PCT/JP03/09941	International filing date (day/month/year) 05 August 2003 (05.08.03)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 05 August 2002 (05.08.02)
Applicant TOKYO ELECTRON LIMITED et al	

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
3. An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
4. The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
05 Augu 2002 (05.08.02)	2002-227753	JP	19 Sept 2003 (19.09.03)

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 338.90.90	Authorized officer taïeb AKREMI (Fax 338 9090) Telephone No. (41-22) 338 9415
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------

10/522369

Pct/JP 03/09041

28 JAN 2005

29.08.03

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 19 SEP 2003

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年 8月 5日

出願番号
Application Number: 特願2002-227753
[ST. 10/C]: [JP 2002-227753]

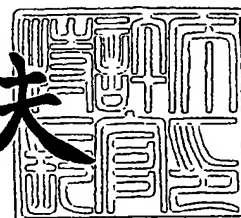
出願人
Applicant(s): 東京エレクトロン株式会社

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 8月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3066134

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP022148

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/3065
H01L 21/302

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 TBS 放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 小川 秀平

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 TBS 放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 稲沢 剛一郎

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100099944

【弁理士】

【氏名又は名称】 高山 宏志

【電話番号】 045-477-3234

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 062617

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9606708

【プルーフの要否】

要

【書類名】 明細書
【発明の名称】 エッチング方法
【特許請求の範囲】

【請求項 1】 処理容器内で、エッチングガスのプラズマにより Si 含有有機系材料膜をマスクとして基板上に形成された有機系材料膜をエッチングするにあたり、

エッチングガスとして NH_3 ガスと O_2 ガスとを含む混合ガスを用い、所望の CD シフト値が得られるように、その流量比を調整することを特徴とするエッチング方法。

【請求項 2】 処理容器内で、エッチングガスのプラズマにより Si 含有有機系材料膜をマスクとして基板上に形成された有機系材料膜をエッチングするにあたり、

エッチングガスとして NH_3 ガスと O_2 ガスとを含む混合ガスを用い、 NH_3 ガスに対する O_2 ガスの流量比を 0.5～10% とすることを特徴とするエッチング方法。

【請求項 3】 NH_3 ガスに対する O_2 ガスの流量比を 5～10% とすることを特徴とする請求項 2 に記載のエッチング方法。

【請求項 4】 前記処理容器内の圧力が 13.3 Pa 未満であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のエッチング方法。

【請求項 5】 前記処理容器内の圧力が 6.7 Pa 以上であることを特徴とする請求項 4 に記載のエッチング方法。

【請求項 6】 基板を支持する支持体の温度が 0～20℃であることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載のエッチング方法。

【請求項 7】 被処理基板面積に電極間距離を掛けて求めた有効チャンバ一体積を V (m^3) とし、排気速度を S (m^3/sec) とした場合に、 V/S で表されるレジデンスタイムの値が 20～60 msec であることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載のエッチング方法。

【請求項 8】 前記基板は、前記有機系材料膜の下に該有機系材料膜をマスクとしてエッチングされるべき下地被エッチング膜を有することを特徴とする請

求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載のエッチング方法。

【請求項 9】 プラズマを生成する機構は、相対向する一对の電極間に高周波電界を形成してプラズマを生成する容量結合型のものであることを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載のエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、2 層レジストの下層レジストをエッチングする場合のように、基板に形成された有機系材料膜をシリコン含有有機系材料膜をマスクとしてプラズマエッチングするエッチング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近時、半導体デバイスは一層の高集積化が求められており、そのため、より微細なパターンを形成することが要求されている。このような要求を満たすべく、フォトリソグラフィ工程においては、微細パターンに対応して高解像度を得るために、ドライエッチングによるパターン形成の際に半導体ウエハ上に形成されるレジスト膜を薄く形成する必要がある。

【0003】

しかし、微細パターンに対応してレジスト膜を薄くしていくと、レジスト膜に対する被エッチング膜のエッチング選択比が十分にとれず、良好なパターンを形成し難いという問題がある。

【0004】

そこで、従来よりこのような不都合を解消する技術として 2 層レジストが用いられている。2 層レジストの例としては、被エッチング膜の上に平坦化のための下層レジスト膜を形成し、その上に上層レジスト膜として感光性レジスト膜を形成したものが挙げられる。

【0005】

このような 2 層レジストにおいては、上層の感光性レジスト膜としてシリコンを含有したものをを用い、まず、この感光性レジスト膜に露光および現像によりレ

ジストパターンを形成し、次いでこのパターン化された上層レジスト膜をマスクとして下層レジスト膜をエッチング（ドライ現像）し、最後に上層レジストおよび下層レジストをマスクとして被エッチング膜をエッチングする。

【0006】

このような一連のエッチング工程において、上層レジスト膜をマスクとして下層レジスト膜をエッチングする際には、従来より O_2 ガスを主体とする O_2 系ガスが用いられている。 O_2 系ガスにより上層レジスト膜に SiO_2 が生じるので、下層レジストを上層レジストに対して高い選択比でエッチングすることができ、上層レジスト膜の残膜厚さを大きくすることができる。

【0007】

しかしながら、このように O_2 系ガスによりエッチングを行うと、エッチング形状がボーイングと称される弓形のものとなり、CDシフトの制御性が悪いという問題がある。つまり、エッチングの形状性および精度が不十分である。

【0008】

一方、エッチングガスとして、 H_2 ガスと N_2 ガスとの混合ガスも検討されており、この場合にはボーイングが生じ難くCDシフトも小さいので、エッチングの形状性や精度には問題がない。

【0009】

しかしながら、 H_2 ガスと N_2 ガスとの混合ガスでは、下層レジストの上層レジストに対するエッチング選択比が低く、下層レジストをエッチングした際に、上層レジストの厚さが小さくなって2層レジストの利点が損なわれてしまう。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、2層レジストの下層をエッチングする場合のような、 Si 含有有機系材料膜をマスクとして有機系材料膜をエッチングする場合に、良好な選択比で、かつ形状性および精度良くエッチングすることができるエッチング方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決しようとする手段】

本発明者らは、上記課題を解決すべく研究を重ねた結果、2層レジストの下層レジストをエッチングする場合のような、Si含有有機系材料膜をマスクとして有機系材料膜をエッチングする場合に、NH₃ガスとO₂ガスとを含む混合ガスを用いれば、CDシフトを所望の値に制御することができ、良好な選択比を維持しつつ、形状性および精度良くエッチングすることができることを見出した。

【0012】

本発明はこのような知見に基づいて完成されたものであり、処理容器内で、エッチングガスのプラズマによりSi含有有機系材料膜をマスクとして基板上に形成された有機系材料膜をエッチングするにあたり、エッチングガスとしてNH₃ガスとO₂ガスとを含む混合ガスを用い、所望のCDシフト値が得られるように、その流量比を調整することを特徴とするエッチング方法を提供する。

【0013】

また、処理容器内で、エッチングガスのプラズマによりSi含有有機系材料膜をマスクとして基板上に形成された有機系材料膜をエッチングするにあたり、エッチングガスとしてNH₃ガスとO₂ガスとを含む混合ガスを用い、NH₃ガスに対するO₂ガスの流量比を0.5～10%とすることを特徴とするエッチング方法を提供する。

【0014】

なお、2層レジストの下層のエッチングにおいてNH₃ガスとO₂ガスを用いることは、特開平1-280316号公報に記載されているが、この公報に記載されているのは、有機膜を高エッチングレートでエッチングするためにNH₃を含むガスが有効であるということであり、この公報ではO₂ガスはNH₃へ添加するガスの1種に過ぎず、本発明のように、NH₃ガスにO₂ガスを添加することによりCDシフトを所望の値に制御することについては全く考慮されていない。したがって、この公報に開示された技術は、本発明とは関係のない技術である。

【0015】

本発明において、NH₃ガスに対するO₂ガスの流量比は5～10%とすることがより好ましい。また、処理容器内の圧力は、13.3Pa未満であることが

好ましく、6.7 Pa 以上であることがより好ましい。さらに、基板を支持する支持体の温度が0～20℃であることが好ましい。さらにまた、被処理基板面積に電極間距離を掛けて求めた有効チャンバー体積を V (m^3) とし、排気速度を S (m^3/sec) とした場合に、 V/S で表されるレジデンスタイムの値が20～60 msec であることが好ましい。

【0016】

前記基板としては、前記有機系材料膜の下に該有機系材料膜をマスクとしてエッチングされるべき下地被エッチング膜を有するものとすることができる。また、プラズマを生成する機構は、相対向する一对の電極間に高周波電界を形成してプラズマを生成する容量結合型のものを採用することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

図1は、本発明を実施するためのプラズマエッチング装置を示す概略断面図である。

【0018】

このプラズマエッチング装置1は、電極板が上下平行に対向し、一方にプラズマ形成用電源が接続された容量結合型平行平板エッチング装置として構成されている。

【0019】

このプラズマエッチング装置1は、例えば表面がセラミック溶射処理されたアルミニウムからなる円筒形状に成形された処理容器としてのチャンバー2を有しており、このチャンバー2は保安接地されている。前記チャンバー2内には例えばシリコンからなり、その上に所定の膜が形成された半導体ウエハ（以下単に「ウエハ」と記す）Wを水平に載置し、下部電極として機能するサセプタ3が支持部材4に支持された状態で設けられている。この支持部材4はセラミックなどの絶縁板5を介して、図示しない昇降装置の支持台6により支持されており、この昇降機構によってサセプタ3が昇降可能となっている。支持台6の下方中央の大気部分は、ベローズ7で覆われており、チャンバー2内と大気部分とが分離され

ている。

【0020】

前記支持部材 4 の内部には、冷媒室 8 が設けられており、この冷媒室 8 には、例えばガルデンなどの冷媒が冷媒導入管 8 a を介して導入されて循環し、その冷熱が前記サセプタ 3 を介して前記ウエハ W に対して伝熱され、これによりウエハ W の処理面が所望の温度に制御される。また、チャンバー 2 が真空に保持されていても、冷媒室 8 に循環される冷媒によりウエハ W を有効に冷却可能なように、被処理体であるウエハ W の裏面に、伝熱媒体、例えば H e ガスなどを供給するためのガス通路 9 が設けられており、この伝熱媒体を介してサセプタ 3 の冷熱がウエハ W に有効に伝達され、ウエハ W を精度良く温度制御することができる。

【0021】

前記サセプタ 3 は、その上部中央部が凸状の円板状に成形され、その上に絶縁材の間に電極 1 2 が介在されてなる静電チャック 1 1 が設けられており、電極 1 2 に接続された直流電源 1 3 から直流電圧が印加されることにより、例えばクーロン力によってウエハ W を静電吸着する。前記サセプタ 3 の上端周縁部には、静電チャック 1 1 上に載置されたウエハ W を囲むように、エッチングの均一性を向上させるための環状のフォーカスリング 1 5 が配置されている。

【0022】

前記サセプタ 3 の上方には、このサセプタ 3 と平行に対向して上部電極として機能するシャワーヘッド 2 1 が設けられている。このシャワーヘッド 2 1 は、絶縁材 2 2 を介して、チャンバー 2 の上部に支持されており、サセプタ 3 との対向面 2 4 には多数の吐出孔 2 3 を有している。なお、ウエハ W 表面とシャワーヘッド 2 1 とは、例えば 30 ～ 90 mm 程度離間され、この距離は前記昇降機構により調節可能である。

【0023】

前記シャワーヘッド 2 1 の中央にはガス導入口 2 6 が設けられ、さらにこのガス導入口 2 6 には、ガス供給管 2 7 が接続されており、さらにこのガス供給管 2 7 には、バルブ 2 8 を介して、エッチングガスを供給するエッチングガス供給系 3 0 が接続されている。エッチングガス供給系 3 0 は、NH₃ ガス供給源 3 1、

O₂ ガス供給源 32 を有しており、これらガス源からの配管には、それぞれマスフローコントローラ 33 およびバルブ 34 が設けられている。

【0024】

そして、エッチングガスとしての NH₃ ガス、O₂ ガスが、エッチングガス供給系 30 のそれぞれのガス供給源からガス供給配管 27、ガス導入口 26 を介してシャワーヘッド 21 内の空間に至り、ガス吐出孔 23 から吐出される。

【0025】

前記チャンバー 2 の側壁底部近傍には排気管 35 が接続されており、この排気管 35 には排気装置 36 が接続されている。排気装置 36 はターボ分子ポンプなどの真空ポンプを備えており、これによりチャンバー 2 内を所定の減圧雰囲気、例えば 1 Pa 以下の所定の圧力まで真空引き可能なように構成されている。また、チャンバー 2 の側壁にはウエハ W の搬入出口 37 と、この搬入出口 37 を開閉するゲートバルブ 38 とが設けられており、このゲートバルブ 38 を開にした状態で搬入出口 37 を介してウエハ W が隣接するロードロック室（図示せず）との間で搬送されるようになっている。

【0026】

上部電極として機能するシャワーヘッド 21 には、高周波電源 40 が接続されており、その給電線には整合器 41 が介在されている。この高周波電源 40 は、例えば 60 MHz の周波数の高周波電力を上部電極であるシャワーヘッド 21 に供給し、上部電極であるシャワーヘッド 21 と下部電極であるサセプタ 3 との間にプラズマ形成用の高周波電界を形成する。また、シャワーヘッド 21 にはローパスフィルター (LPF) 42 が接続されている。

【0027】

下部電極として機能するサセプタ 3 には、高周波電源 50 が接続されており、その給電線には整合器 51 が介在されている。この高周波電源 50 は、例えば 2 MHz の周波数の高周波電力を下部電極であるサセプタ 3 に供給し、プラズマ中のイオンをウエハ W に向けて引き込み、異方性の高いエッチングを実現する。また、このサセプタ 3 にはハイパスフィルター (HPF) 16 が接続されている。

【0028】

次に、このように構成されるプラズマエッチング装置を用いて2層レジストの下層レジストをエッチングする際のエッチング動作について説明する。

【0029】

図2は、本実施形態のエッチング対象である2層レジストが形成された構造の一例を示す断面図である。ここでは、ウエハWに形成された被エッチング層61の上に、エッチングするための2層レジスト62が形成されている。この2層レジスト62は、上層レジストとしてのシリコンを含有する感光性レジスト膜63、下層レジストとしての有機系材料膜64が積層されて構成されている。

【0030】

上層レジストである感光性レジスト膜63は、所定のパターンに露光され、現像されており、この感光性レジスト膜63をマスクとして下層レジストである有機系材料膜64をエッチング（ドライ現像）する。そして、上層レジストである感光性レジスト膜63およびこのようにしてエッチングされた有機系材料膜64は、被エッチング層61のエッチングの際のマスクとして機能する。

【0031】

エッチング対象である下層レジストとしての有機系材料膜64は感光性は必要とせず、CおよびHを含有したもの、これらにさらにOを含有したものをを用いることができ、下地の被エッチング層61に対するエッチング選択比の高いものが選ばれる。エッチング選択比を高くしてその膜厚を薄くする観点からはCリッチな膜が好ましい。

【0032】

さらに、被エッチング層61としては、SiON、SiN、SiC、TiN、およびSiO₂、SiOC等の層間絶縁膜から選択された少なくとも1種で構成したものが好適である。

【0033】

このような2層レジストのエッチングにおいて、感光性レジスト膜63に形成された微細パターンを被エッチング層61に正確に転写するためには、感光性レジスト膜63をマスクとして有機系材料膜64を高選択比で、かつ形状性良くしかも高精度でエッチングする必要がある。

【0034】

上記図1の装置を用いて、図2における構造において上層レジストである感光性レジスト膜63をマスクとして下層レジストである有機系材料膜64をエッチングするには、まず、ゲートバルブ38を開にしてこのような構造を有するウエハWをチャンバー2内に搬入し、サセプタ3に載置した後、ゲートバルブ38を閉じ、サセプタ3を上昇させてサセプタ3上のウエハW表面とシャワーヘッド21との距離を30～90mm程度に調整し、排気装置36の真空ポンプにより排気管35を介してチャンバー2内を排気し、チャンバー2内を減圧した後、直流電源13から直流電圧を静電チャック11内の導電体12に印加する。

【0035】

次いで、エッチングガス供給系30からエッチングガスとしてNH₃ガス、O₂ガスをチャンバー1内に導入する。そして、高周波電源40からシャワーヘッド21に例えば60MHzの高周波電力を印加し、これにより、上部電極としてのシャワーヘッド21と下部電極としてのサセプタ3との間に高周波電界を生じさせ、上記NH₃ガスとO₂ガスとの混合ガスをプラズマ化する。プラズマの生成によりウエハWは静電チャック11上に静電吸着される。

【0036】

このようにして生成されたエッチングガスのプラズマにより、有機系材料膜64のエッチングを行う。このとき、高周波電源50から下部電極であるサセプタ3に所定の周波数の高周波電力を印加してプラズマ中のイオンをサセプタ3側へ引き込むようにする。

【0037】

このエッチングの際には、所望のCDシフト値が得られるように、NH₃ガスとO₂ガスとの流量比を調整する。NH₃ガスのみでも有機系材料膜64を感光性レジスト膜63に対して高選択比でエッチングすることが可能であるが、NH₃ガスのみの場合にはエッチングが不足しやすく、エッチング部分の幅が狭くなる傾向にあり、良好なCDシフト値が得られず、かつエッチング残渣が残存する。これに対して、適量のO₂ガスを添加することにより、エッチングが促進され、所望のCDシフト値とすることが可能であり、しかもエッチング残渣も生じ

難くすることができる。なお、CDシフト値とは、図3に示すように、エッチング後における有機系材料層64の最下部のCD値(Bottom CD)から最上部のCD値(Top CD)を引いた値をいう。したがって、トップよりもボトムが広がった場合には+、トップよりもボトムが狭い場合には-で表される。

【0038】

この場合に、 NH_3 ガスに対する O_2 ガスの流量比 O_2/NH_3 を0.5~10%とすることが好ましい。 O_2/NH_3 が0.5%以上であれば O_2 の作用が有効に発揮され、より良好なCDシフト値が得られるとともに、エッチング残渣をより生じ難くすることができる。また、 O_2/NH_3 が10%を超えると図4に示すように、エッチングの途中で弓状に膨らんだボーイングが生じてエッチングの形状が悪くなる傾向にある。より好ましくは、 O_2/NH_3 が5~10%である。 O_2/NH_3 が5%を超えることにより、さらに一層良好なCDシフト値が得られ、しかもエッチング残渣を確実に解消することが可能となる。

【0039】

このエッチングの際のチャンバー2内の圧力は、13.3Pa未満であることが好ましい。これ以上の圧力の場合には、エッチング残渣が生じやすくなり好ましくない。より好ましくは6.7Pa以上、13.3Pa未満である。チャンバー内圧力が6.7Pa未満の場合には、CDシフト値の+になりすぎる(エッチング幅が広くなりすぎる)おそれがあり、エッチング形状も悪くなるおそれがある。

【0040】

また、エッチングの際のサセプタ温度は、0~20℃であることが好ましい。サセプタ温度が0℃未満の場合には、エッチングの進行が遅く、CDシフト値が-になりすぎる(ボトムのエッチング幅が狭くなりすぎる)おそれがある。一方、サセプタ温度が20℃を超えると、エッチングの進行が速く、CDシフト値が+になりすぎる(ボトムのエッチング幅が広くなりすぎる)おそれがある。

【0041】

さらに、エッチングの際におけるエッチングガスのレジデンスタイムは20~60msecであることが好ましい。レジデンスタイムが60msecを超える

とCDシフト値が+になりすぎるおそれがあり、20 msec未満では、エッチングの進行が遅くCDシフト値が-になりやすくなる。

【0042】

なお、レジデンスタイムとはエッチングガスのチャンバー1内のエッチングに寄与する部分における滞留時間をいい、ウエハW面積に電極間距離を掛けて求めた有効チャンバー体積を V (m^3) (ウエハ外側のガスはエッチングに寄与しないから、エッチングに寄与するガスが存在する部分の体積を用いる)、排気速度を S (m^3/sec)、チャンバー内圧力を p (Pa)、総流量を Q (Pa・ m^3/sec) とすると、レジデンスタイム τ は、以下の式で求めることができる。

$$\tau = V/S = pV/Q \text{ (sec)}$$

【0043】

このようにしてエッチングを行い、予め把握されている有機系材料膜64が完全にエッチングされるまでの時間に対し10～30%オーバーエッチングになる時間経過した時点でエッチングを終了する。

【0044】

次に、本発明の効果を確認した実験について説明する。

ここでは、上述の図2に示す構造において、ウエハWとして200mmウエハを用い、所定パターンの厚さ310nmの感光性レジスト層63をマスクとして下層レジストである厚さ800nmの有機系材料膜64を図1に示すプラズマエッチング装置にてホールおよびトレンチのエッチングを行った。エッチング前のトップCDの値は240nmであった。エッチング幅は、なお、高周波電源40の周波数は60MHz、高周波電源50の周波数は2MHzとした。

【0045】

まず、比較例として、エッチングガスとして O_2 ガスを主体とするガスを用いて実験を行った。この際の条件は、サセプタ温度: 0℃、電極間ギャップ: 55mm、 O_2 ガスの流量: 0.1L/min、チャンバー内圧力: 2.0～3.3Pa、上部電極パワー: 500W、下部電極パワー: 150W、オーバーエッチング: 10%とした。その結果、感光性レジスト層63のフラット部の残膜量が

240 nmとエッチングの選択性は良好であり、エッチング残渣も存在しなかったが、CDシフト値がセンターで+77~101 nm、エッジで+77~97 nmと大きく、ボーイングも生じていた。また、チャンバー内圧力を2.7 Paとし、エッチングガスとしてO₂ガス:0.05 L/minに、それぞれN₂ガス:0.05 L/min、COガス:0.05 L/minを加え、他の条件は全て同一としてエッチングを行った結果、CDシフト値が、それぞれセンター:+132 nm、エッジ:+133 nm、およびセンター:+79 nm、エッジ:+72 nmとやはり大きく、ボーイングも生じていた。この結果から、O₂ガス系ではCDシフト値を所望の値に制御することが困難であることが把握された。

【0046】

また、他の比較例として、エッチングガスとしてN₂ガスとH₂ガスとの混合ガスを用いて実験を行った。この際の条件は、N₂ガス流量:0.3 L/min、H₂ガス流量:0.3 L/min、チャンバー内圧力:13.3 Pa、上部電極パワー:1000 W、下部電極パワー:100 Wとし、他の条件は上記比較例と同様とした。その結果、CDシフト値が、センター:-2 nm、エッジ:+3 nmと良好な値であり、エッチング残渣も存在しなかったが、感光性レジスト層63のフラット部の残膜量が200 nmとなり、エッチング選択比が悪いため感光性レジスト層63が薄くなりすぎるということが把握された。

【0047】

さらに他の比較例として、エッチングガスとしてNH₃ガスを用いて実験を行った。この際の条件は、NH₃ガス流量:0.3 L/minとした以外は、上記N₂ガスとH₂ガスとの混合ガスを用いた場合と同様とした。その結果、感光性レジスト層63のフラット部の残膜量が265 nmとエッチングの選択性は良好であったが、エッチング残渣が存在し、CDシフト値が、センター:-21 nm、エッジ:-25 nmとなり、ボトムエッチング幅が狭くなる傾向にあることが把握された。

【0048】

次に、本発明の範囲である実施例として、エッチングガスとしてNH₃ガスおよびO₂ガスの混合ガスを用いて実験を行った。この際の条件は、電極間ギャッ

プ: 55 mm、上部電極パワー: 1000 W、下部電極パワー: 100 Wとし、
NH₃ ガスに対する O₂ ガスの流量比 O₂/NH₃ の値、チャンバー内圧力、サ
セプタ温度、レジデンスタイムを変化させた。

【0049】

まず、NH₃ ガス流量: 0.3 L/min、O₂ ガスの流量: 0.03 L/min (流量比 O₂/NH₃ の値: 10%)、サセプタ温度を 0℃として、チャン
バー内圧力を (1) 10.0 Pa、(2) 13.3 Pa、(3) 26.6 Pa と変化させ
た。その結果、いずれも感光性レジスト層 63 のフラット部の残膜量が 250 nm
以上とエッチングの選択性が良好であった。また、CDシフト値、肩部残り、
エッチング残渣を調査した。その結果をレジデンスタイムとともに以下に示す。
なお、肩部残りは、図 5 に示すように、感光性レジスト層 63 がエッチングされ
た際の肩部の下直線部の長さ x をいい、この値が大きいほど好ましい。

【0050】

(1) チャンバー内圧力: 10.0 Pa

レジデンスタイム: 31.0 msec

CDシフト値

センター: -33 nm

エッジ: -45 nm

肩部残り

センター: 36 nm

エッジ: 59 nm

エッチング残渣: なし

(2) チャンバー内圧力: 13.3 Pa

レジデンスタイム: 41.4 msec

CDシフト値

センター: -13 nm

エッジ: -30 nm

肩部残り

センター: 72 nm

エッジ : 69 nm

エッチング残渣 : 多少存在

(3) チャンバー内圧力: 26.6 Pa

レジデンスタイム: 82.7 msec

CDシフト値

センター: +19 nm

エッジ : 0 nm

肩部残り

センター: 83 nm

エッジ : 49 nm

エッチング残渣 : 多量に存在

以上のように、チャンバー内圧力が13.3 Pa以上になるとエッチング残渣が出る傾向にあるが、10.0 Paでは、エッチング残渣は生じなかった。これにより、チャンバー内圧力は13.3 Pa未満がよいことが把握された。ただし、10.0 Paでは、CDシフト値の一の絶対値が大きい傾向にある。

【0051】

次に、NH₃ガス流量: 0.3 L/min、O₂ガスの流量: 0.03 L/min (流量比O₂/NH₃の値: 10%)とし、チャンバー内圧力を上記実験で最も結果が良かった10.0 Paとして、サセプタ温度を(4) 0℃ (上記(1)と同じ)、(5) 10℃、(6) 20℃と変化させた。その結果、いずれも感光性レジスト層63のフラット部の残膜量が250 nm以上とエッチングの選択性が良好であった。また、CDシフト値、肩部残り、エッチング残渣を調査した。その結果を以下に示す。

【0052】

(4) サセプタ温度 : 0℃

CDシフト値

センター: -33 nm

エッジ : -45 nm

肩部残り

センター：36 nm

エッジ：59 nm

エッチング残渣：なし

(5) サセプタ温度：10℃

CDシフト値

センター：-9 nm

エッジ：-5 nm

肩部残り

センター：56 nm

エッジ：-

エッチング残渣：なし

(6) サセプタ温度：20℃

CDシフト値

センター：+39 nm

エッジ：+49 nm

肩部残り

センター：85 nm

エッジ：127 nm

エッチング残渣：なし

以上のように、サセプタ温度によりCDシフト値が変化し、0℃ではCDシフト値の-の絶対値が大きい傾向にあるが、サセプタ温度が上昇するに従って、CDシフト値は+側へ向かい、サセプタ温度が20℃では+の絶対値が大きい傾向にある。この結果から、サセプタ温度は0～20℃が好ましいことが把握された。

【0053】

次に、流量比O₂/NH₃の値：10%とし、チャンバー内圧力：10.0 Pa、サセプタ温度：10℃として、ガスの総流量およびレジデンスタイムを以下の(7)～(9)で変化させた。

(7) 総流量：0.165 L/min

レジデンスタイム: 62.1 msec

(8) 総流量 : 0.330 L/min

レジデンスタイム: 31.0 msec

(9) 総流量 : 0.495 L/min

レジデンスタイム: 20.7 msec

その結果、いずれも感光性レジスト層 63 のフラット部の残膜量が 250 nm 以上とエッチングの選択性が良好であった。また、CD シフト値、肩部残り、エッチング残渣を調査した。その結果を以下に示す。

【0054】

(7) CD シフト値

センター: +51 nm

エッジ : +53 nm

肩部残り

センター: -

エッジ : -

エッチング残渣 : なし

(8) CD シフト値

センター: -9 nm

エッジ : -5 nm

肩部残り

センター: 56 nm

エッジ : -

エッチング残渣 : なし

(9) CD シフト値

センター: +11 nm

エッジ : -18 nm

肩部残り

センター: 59 nm

エッジ : 79 nm

エッチング残渣 : トレンチ部でエッチング残渣あり

以上のように、ガス流量を変化させてレジデンスタイムを変化させた結果、レジデンスタイムが60 msec以上の(7)はCDシフト値の+の絶対値が大きい傾向にあり、レジデンスタイムが20 msec付近の(9)はCDシフト値は良好であったがトレンチ部で若干エッチング残渣が存在し、20 msec未満になるとエッチング残渣が問題になることが予想される。

【0055】

次に、 NH_3 の流量を0.3 L/minと一定とし、 O_2 の流量を0.03 L/min、0.015 L/minとして、流量比 O_2/NH_3 の値を(10) 10%、(11) 5%と変化させた。なお、チャンバー内圧力: 10.0 Pa、サセプタ温度: 10℃とした。その結果、いずれも感光性レジスト層63のフラット部の残膜量が250 nm以上とエッチングの選択性が良好であった。また、CDシフト値、肩部残り、エッチング残渣を調査した。その結果を以下に示す。

(10) O_2/NH_3 : 10%

CDシフト値

センター : -9 nm

エッジ : -5 nm

肩部残り

センター : 56 nm

エッジ : -

エッチング残渣 : なし

(11) O_2/NH_3 : 5%

CDシフト値

センター : -10 nm

エッジ : -10 nm

肩部残り

センター : 56 nm

エッジ : 130 nm

エッチング残渣 : なし

以上のように、 O_2/NH_3 が 10% 以下で良好な結果となった。 O_2/NH_3 が 5% 以下であっても良好な CD シフト値が得られることが予想される。ただし、 O_2/NH_3 : 10% で許容される程度ではあるがボーイングが生じたため、10% を超えるとあまり好ましくないことが予想される。

【0056】

次に、チャンバー内圧力以外は上記(10)と全く同一とし、チャンバー内圧力を 6.7 Pa に減じた(12)について、同様の試験を行った。その結果、感光性レジスト層 63 のフラット部の残膜量が 250 nm 以上とエッチングの選択性が良好であった。また、CD シフト値、肩部残り、エッチング残渣は以下のとおりであった。

(12) チャンバー内圧力: 6.7 Pa

CD シフト値

センター: +13 nm

エッジ : +4 nm

肩部残り

センター: 92 nm

エッジ : 59 nm

エッチング残渣 : なし

以上のように、チャンバー内圧力を 6.7 Pa まで低下させても良好な結果となった。ただし、チャンバー内圧力を低下させると CD シフト値が大きくなり、エッチング形状も多少悪くなる傾向にあるため、チャンバー内圧力は 6.7 Pa 以上が好ましいと考えられる。

【0057】

以上を総合的に判断すると、 NH_3 ガス流量: 0.3 L/min、 O_2 ガスの流量: 0.015 L/min (流量比 O_2/NH_3 の値: 5%)、サセプタ温度: 10℃、チャンバー内圧力: 10.0 Pa が最もよいことが把握された。

【0058】

なお、本発明は上記実施形態に限定されることなく、種々変形可能である。例えば、上記実施形態では上下電極に高周波電力を印加してエッチングを行う平行

平板型のプラズマエッチング装置を用いたが、これに限るものではなく、上部電極のみ、または下部電極のみに高周波電力を印加すタイプの装置であってもよく、永久磁石を用いたマグネトロン R I E プラズマエッチング装置であってもよい。また、容量結合型のプラズマエッチング装置に限らず、誘導結合型等の他の種々のプラズマエッチング装置を用いることができる。ただし、適度なプラズマ密度で高いエッチング選択比を得る観点から容量結合型のものが好ましい。また、上記実施形態では 2 層レジストのエッチングについて説明したが、シリコン含有有機系材料膜をマスクとする有機系材料膜のエッチングであればこれに限るものではない。

【0059】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、S i 含有有機系材料膜をマスクとして有機系材料膜をエッチングするに際し、 NH_3 ガスと O_2 ガスとを含む混合ガスを用いることにより、CD シフトを所望の値に制御することができ、良好な選択比を維持しつつ、形状性および精度良くエッチングすることができる。また、 NH_3 ガスに対する O_2 ガスの流量比を 0.5 ~ 10 % とすることにより、 O_2 の作用が有効に発揮され、より良好な CD シフト値が得られるとともに、エッチング残渣をより生じ難くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る方法を実施するためのプラズマエッチング装置を示す断面図。

【図 2】

本発明の実施形態のエッチング対象である 2 層レジストが形成された構造を示す断面図。

【図 3】

CD シフト値を説明するための図。

【図 4】

ボーイングを説明するための図。

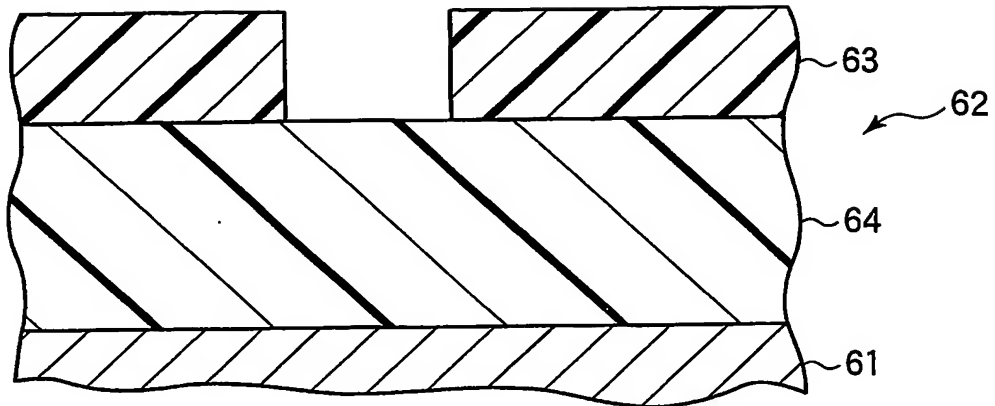
【図 5】

肩部残りを説明するための図。

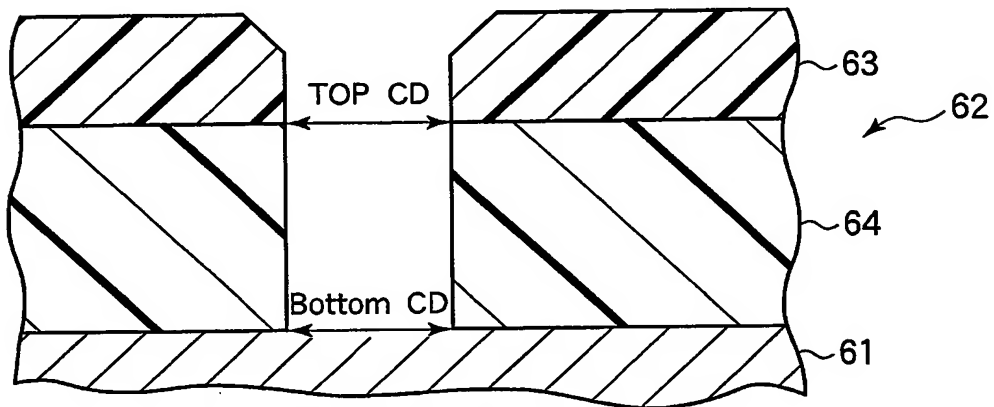
【符号の説明】

- 1 ; プラズマエッチング装置
- 2 ; チャンバー (処理容器)
- 3 ; サセプタ (下部電極)
- 21 ; シャワーヘッド
- 30 ; エッチングガス供給系
- 31 ; NH₃ ガス供給源
- 32 ; O₂ ガス供給源
- 36 ; 排気装置
- 40 ; 高周波電源
- 62 ; 2層レジスト
- 63 ; 感光性レジスト層 (上層レジスト)
- 64 ; 有機系材料膜 (下層レジスト)
- W ; 半導体ウエハ

【図2】

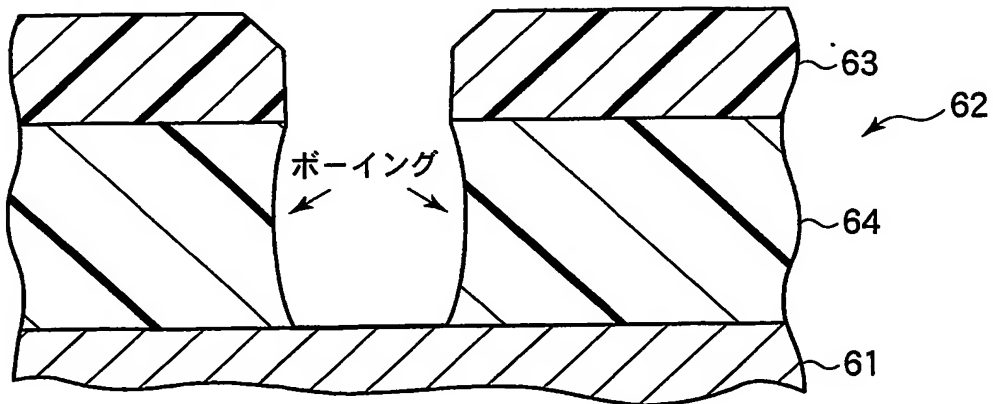


【図3】

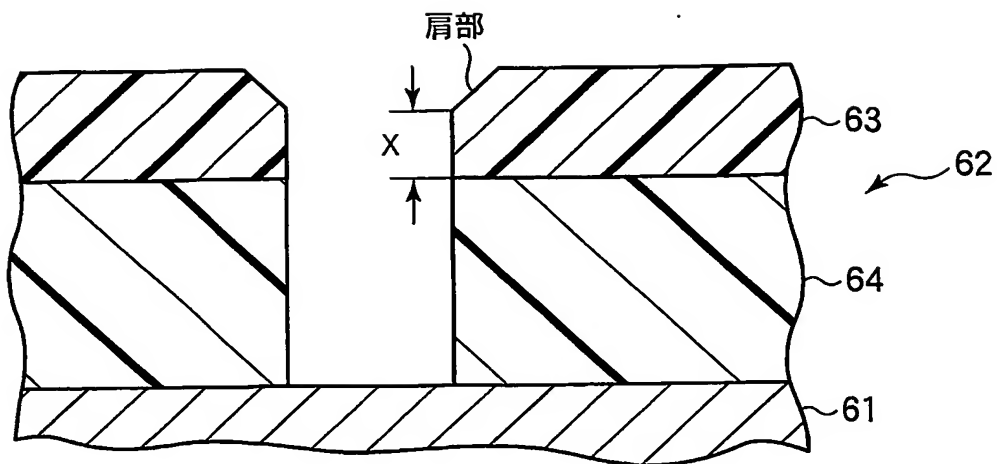


$$\text{CDシフト値} = \text{Bottom CD} - \text{Top CD}$$

【図4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 2層レジストの下層をエッチングする場合のような、Si含有有機系材料膜をマスクとして有機系材料膜をエッチングする場合に、良好な選択比で、かつ形状性および精度良くエッチングすることができるエッチング方法を提供すること。

【解決手段】 処理容器2内で、エッチングガスのプラズマによりSi含有有機系材料膜をマスクとして基板W上に形成された有機系材料膜をエッチングするにあたり、エッチングガスとしてNH₃ガスとO₂ガスとを含む混合ガスを用い、所望のCDシフト値が得られるように、その流量比を調整する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-227753
受付番号	50201159553
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成14年 8月 6日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 8月 5日

次頁無

出願人履歷情報

[0 0 0 2 1 9 9 6 7]

1994年 9月 5日

住所変更

東京都港区赤坂5丁目3番6号

東京エレクトロン株式会社

2003年 4月 2日

住所変更

東京都港区赤坂五丁目3番6号

東京エレクトロン株式会社